

PCT/JP2004/008038

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 8月 8日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-290329  
[ST. 10/C]: [JP2003-290329]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社四国総合研究所

REC'D 29 JUL 2004

WIPO

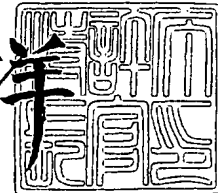
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2004-3061493

【書類名】 特許願  
【整理番号】 S0-P15-02  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 G01M 3/28  
G01M 3/04

【発明者】  
【住所又は居所】 香川県高松市屋島西町 2 1 0 9 番地 8 株式会社四国総合研究所  
内  
【氏名】 二宮 英樹

【発明者】  
【住所又は居所】 香川県高松市屋島西町 2 1 0 9 番地 8 株式会社四国総合研究所  
内  
【氏名】 市川 幸司

【発明者】  
【住所又は居所】 香川県高松市屋島西町 2 1 0 9 番地 8 株式会社四国総合研究所  
内  
【氏名】 守家 輔

【発明者】  
【住所又は居所】 香川県高松市屋島西町 2 1 0 9 番地 8 株式会社四国総合研究所  
内  
【氏名】 三木 啓史

【特許出願人】  
【識別番号】 000144991  
【氏名又は名称】 株式会社四国総合研究所

【代理人】  
【識別番号】 100102314  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 須藤 阿佐子  
【電話番号】 042-388-1516

【選任した代理人】  
【識別番号】 100123984  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 須藤 晃伸

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 044152  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

レーザー光を監視対象空間に照射し、当該レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光を、集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換することでラマン散乱光の空間強度分布を画像化し、漏洩ガスの濃度分布を観測することを特徴とする漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 2】

光学バンドパスフィルターによって、前記レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の波長を選択することを特徴とする請求項 1 の漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 3】

前記ラマン散乱光を集光し、電子画像に変換し、前記レーザー光の照射に同期して増幅し、再度光学像に変換することを特徴とする請求項 1 または 2 の漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 4】

レーザー光を監視対象空間に照射し、当該レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光を、集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換するラマン散乱光の空間強度分布を画像化する第 1 の撮像行程と、ラマン散乱光を含まない波長領域の光で撮影する第 2 の撮像行程と、前記第 1 の撮像行程で得られた画像と前記第 2 の撮像行程で得られた画像を重ね合わせ漏洩ガスの濃度分布とガスの漏洩箇所を特定する行程よりなることを特徴とする漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 5】

前記第 1 の撮像行程において、光学バンドパスフィルターによって、前記レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の波長を選択することを特徴とする請求項 4 の漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 6】

前記第 1 の撮像行程において、前記ラマン散乱光を集光し、電子画像に変換し、前記レーザー光の照射に同期して増幅し、再度光学像に変換することを特徴とする請求項 4 または 5 の漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 7】

さらに、前記第 1 の撮像行程と、前記第 2 の撮像行程で撮影した信号の変化の相関関係によりガス漏洩を判定する行程を有することを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれかの漏洩ガス可視化方法。

## 【請求項 8】

レーザー光照射手段を有する送信系、レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の集光手段、当該ラマン散乱光の波長選択手段、当該ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段を有する受光光学系と、撮像装置と、信号処理装置とを有する受光系、時間同期用信号発生器、および画像処理系から構成される漏洩ガス可視化装置。

## 【請求項 9】

前記送信系の有するレーザー光照射手段は、パルス発振が可能なレーザー装置であり、前記受光系の有するラマン散乱光の集光手段は集光レンズであり、当該ラマン散乱光の波長選択手段は狭帯域の光学バンドパスフィルターであり、当該ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段はイメージインテンシファイヤーであることを特徴とする請求項 8 の漏洩ガス可視化装置。

## 【請求項 10】

前記ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段で得られた画像を撮影できる第 1 の撮像手段と、ラマン散乱光を含まない波長領域の光が撮影できる第 2 の撮像手段と、当該第 1 の撮像手段で得られた画像と当該第 2 の撮像手段で得られた画像を重ね合わせるにより漏洩ガスの濃度分布とガスの漏洩箇所を特定する手段を有することを特徴とする請求項 8 または 9 の漏洩ガス可視化装置。

**【請求項 11】**

前記第1の撮像手段で撮影した信号と、前記第2の撮像手段で撮影した信号の変化の相関関係によりガス漏洩を判定する手段を有することを特徴とする請求項10の漏洩ガス可視化装置。

**【請求項 12】**

前記第2の撮像手段は、可視光対応CCDカメラであり、当該CCDカメラまたは当該CCDカメラの有する集光レンズの少なくともいずれか一方が、前記レーザー光および前記ラマン散乱光を透過しないか不感であることを特徴とする請求項10または11の漏洩ガス可視化装置。

**【請求項 13】**

前記第1の撮像手段は、複数回のレーザー光照射時の前記ラマン散乱光の画像信号を累積し、前記ラマン散乱光を受光する時間幅を変える機能を有することを特徴とする請求項10ないし12のいずれかの漏洩ガス可視化装置。

**【請求項 14】**

漏洩ガス可視化装置を制御するための手段を備えたコンピュータプログラムを有することを特徴とする請求項8ないし請求項13のいずれかの漏洩ガス可視化装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】漏洩ガス可視化方法及び漏洩ガス可視化装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、肉眼で見えないガスを可視画像化することによりガスの有無や拡散状況の確認、漏洩箇所の特定などを遠方から安全に行うことのできる方法および装置に関し、更に詳しくは、例えば、水素供給ステーションや燃料電池などの水素ガス利用設備の運用や水素ガス漏洩監視のために、水素ガスのラマン散乱光強度を画像化して連続監視する漏洩ガス可視化方法及び漏洩ガス可視化装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の漏洩ガス検知は、吸引したガスをセンサー部分に直接接触させて電気抵抗や電流値などの変化を以てガス濃度を計測するものである。しかしながら、従来のガス検知器では、一つの検知器が監視できる領域が狭く、ガスがその検知器に到達しない限りは検知は不可能というセンサー式のものであったため、風向きや設置位置によってはガス漏れの際の失報に繋がる危険性があった。また、例えば、ガス精製所等においては非常に多数のガス検知器の設置が必要となり、費用的な問題も大きかった（特許文献1）。

## 【0003】

一方、上記問題を解決するために、遠隔よりガス漏れの存在を監視するガス可視化装置が提案されている。このガス可視化装置では、測定対象ガスの吸収波長をもつ赤外線レーザーを照射するレーザー光源を用いて、背景から反射される赤外線のガス漏洩による吸収をイメージセンサーで撮像し、2次元可視画像化して表示するものである。

しかしながら、このような従来のガス可視化装置では、非常に大型で強力なレーザー光源が必要であり、価格的な問題が大きく、また、天候状態や温度により得られる2次元画像が大きく影響され、ガス漏れの発生と太陽の射し込みの区別がつきにくいという問題もあり、実際のガス監視には適していなかった（特許文献2）。

## 【0004】

【特許文献1】特開平6-307967号公報

【特許文献2】特開平6-288858号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ガスを利用・貯蔵する環境では、ガスが滞留する場所に定置式のガス検知器を設置してガスの漏洩監視を行うが、漏洩箇所の特定は携帯用のガス検知器を携えた係員の巡視点検に委ねられていた。

特に、水素ガスは、無色・透明・無臭であり、且つ、従来の都市ガス用検出器等はガスの性質が異なるためそのまま転用することができないことから、その漏洩箇所を特定することが著しく困難であった。

このため、ガスの漏洩検知と漏洩箇所の特定を行う連続的な監視方法および監視装置が求められていた。本発明は、このような課題を解決するための漏洩ガス可視化方法及び漏洩ガス可視化装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、このような強い要望にこたえるためになされたものであり、レーザー光を気体や液体に照射すると、分子の吸収エネルギーに相当するエネルギーだけレーザー光の波長がシフトするラマン散乱現象を用い、このラマン散乱光の空間強度分布を画像化してガスの漏洩検知と漏洩箇所の特定を行うものである。

## 【0007】

本発明の請求項1の発明は、レーザー光を監視対象空間に照射し、当該レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光を、集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光

学像に変換することでラマン散乱光の空間強度分布を画像化し、漏洩ガスの濃度分布を観測することを特徴とする。

【0008】

本発明の請求項2の発明は、請求項1の発明において、光学バンドパスフィルターによって、前記レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の波長を選択することを特徴とする。

【0009】

本発明の請求項3の発明は、請求項1または2の発明において、前記ラマン散乱光を集光し、電子画像に変換し、前記レーザー光の照射に同期して増幅し、再度光学像に変換することを特徴とする。

【0010】

本発明の請求項4の発明は、レーザー光を監視対象空間に照射し、当該レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光を、集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換するラマン散乱光の空間強度分布を画像化する第1の撮像行程と、ラマン散乱光を含まない波長領域の光で撮影する第2の撮像行程と、前記第1の撮像行程で得られた画像と前記第2の撮像行程で得られた画像を重ね合わせ漏洩ガスの濃度分布とガスの漏洩箇所を特定する行程よりなることを特徴とする。

【0011】

本発明の請求項5の発明は、請求項4の発明において、前記第1の撮像行程において、光学バンドパスフィルターによって、前記レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の波長を選択することを特徴とする。

【0012】

本発明の請求項6の発明は、請求項4または5の発明において、前記第1の撮像行程において、前記ラマン散乱光を集光し、電子画像に変換し、前記レーザー光の照射に同期して増幅し、再度光学像に変換することを特徴とする。

【0013】

本発明の請求項7の発明は、請求項4ないし6のいずれかの発明において、さらに、前記第1の撮像行程と、前記第2の撮像行程で撮影した信号の変化の相関関係によりガス漏洩を判定する行程を有することを特徴とする。

太陽光や照明光に対して光反射率の高い物体が撮像手段の視野に入った場合は、前記ラマン散乱光の波長領域とこの波長以外の波長領域双方とも信号強度が増加するため、真のラマン散乱光を検知したとはいえず、このような場合はガス漏洩とは判定しないことを特徴とする。

【0014】

本発明の請求項8の発明は、レーザー光照射手段を有する送信系、レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光の集光手段、当該ラマン散乱光の波長選択手段、当該ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段を有する受光光学系と、撮像装置と、信号処理装置とを有する受光系、時間同期用信号発生器、および画像処理系から構成される漏洩ガス可視化装置である。

【0015】

本発明の請求項9の発明は、請求項8の発明において、前記送信系の有するレーザー光照射手段は、パルス発振が可能なレーザー装置であり、前記受光系の有するラマン散乱光の集光手段は集光レンズであり、当該ラマン散乱光の波長選択手段は狭帯域の光学バンドパスフィルターであり、当該ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段はイメージインテンシファイヤーであることを特徴とする。

【0016】

本発明の請求項10の発明は、請求項8または9の発明において、前記ラマン散乱光を電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換する手段で得られた画像を撮影できる第1の撮像手段と、ラマン散乱光を含まない波長領域の光が撮影できる第2の撮像手段と、当該第1の撮像手段で得られた画像と当該第2の撮像手段で得られた画像を重ね合わせるこ

とにより漏洩ガスの濃度分布とガスの漏洩箇所を特定する手段を有することを特徴とする。

【0017】

本発明の請求項11の発明は、請求項10の発明において、前記第1の撮像手段で撮影した信号と、前記第2の撮像手段で撮影した信号の変化の相関関係によりガス漏洩を判定する手段を有することを特徴とする。

【0018】

本発明の請求項12の発明は、請求項10または11の発明において、前記第2の撮像手段は、可視光対応CCDカメラであり、当該CCDカメラまたは当該CCDカメラの有する集光レンズの少なくともいずれか一方が、前記レーザー光および前記ラマン散乱光を透過しないか不感であることを特徴とする。

【0019】

本発明の請求項13の発明は、請求項10ないし12のいずれかの発明において、前記第1の撮像手段は、複数回のレーザー光照射時の前記ラマン散乱光の画像信号を累積し、前記ラマン散乱光を受光する時間幅を変える機能を有することを特徴とする。

【0020】

本発明の請求項14の発明は、請求項8ないし請求項13のいずれかの発明において、漏洩ガス可視化装置を制御するための手段を備えたコンピュータプログラムを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明の漏洩ガス可視化方法または漏洩ガス可視化装置によれば、対象ガス撮像手段の光学バンドパスフィルターにより対象ガスから発せられるラマン散乱光の紫外光像を選択し、この紫外光像をイメージインテンシファイヤーにより撮像化するので、無色・透明の肉眼では見えない対象ガスを認識可能となる。

また、漏洩ガス撮像手段によって捕らえた対象ガスの画像を画像処理手段により、可視光画像に変換して、例えば、モニターにより表示できる。

また、狭帯域の光学バンドパスフィルターにより、対象ガスのみのラマン散乱光を選択することができる。

また、照射したレーザー光に対応した対象ガスのラマン散乱光を受光することにより、確実に対象ガスの漏洩を検知することができる。

また、対象ガスが発生している周辺状態もモニター画面に背景画像として表示できるので、対象ガスの発生位置を短時間で把握でき、対象ガスの供給停止等の対策を早急に実施できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1は、本発明に係る漏洩ガス可視化方法の流れ図である。

本発明に係る漏洩ガス可視化方法は、図1に示す通り、まずパルスレーザー光を送信光学系によって監視対象空間に照射する（ステップ1）。次に、レーザー光によって誘起される漏洩ガスからのラマン散乱光を光学バンドパスフィルターによって計測波長を選択し（ステップ2）、受光光学系によってラマン散乱光を集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換することにより結像し（ステップ3）、そして撮像装置によってラマン光の強度を電気信号に変換し、信号処理装置で信号記録を行い、画像処理系で可視画像化することで（ステップ5）、ラマン散乱光の識別を行う（ステップ6）。また、ステップ3において、監視対象空間に照射するレーザー光パルスとラマン散乱光を検出する時間タイミングを時間同期用信号発生器からの信号で同期させることにより、太陽光等によるノイズを削減することができる（ステップ4）。

【0023】

図2は、本発明に係る漏洩ガス可視化装置の構成図である。

本発明に係る漏洩ガス可視化装置は、送信系、受光系、時間同期用信号発生器及び画像処

理系から構成される。

送信系は、レーザー装置と、レーザー光を監視対象空間に照射する送信光学系とから構成される。

受光系は、レーザー光によって誘起される漏洩ガスからのラマン散乱光を光学バンドパスフィルターによって計測波長を選択して集光し、結像する受光光学系と、受光光学系による結像を撮影し電気信号に変換する撮像装置と、当該電気信号の記録を行う信号処理装置とから構成される。

時間同期用信号発生器は、レーザー装置及び受光光学系と接続され、監視対象空間にレーザー光を照射するタイミングとラマン散乱光の受光開閉タイミングを同期させるための基準信号を発生させる。

画像処理装置は、受光系からの検出信号を画像化する。

#### 【0024】

なお、送信光学系では、レーザービームをレンズ等で広げて監視対象空間に照射しても良いし、レーザービームをスキャナー等を用いて監視対象空間を走査させて照射しても良い。

#### 【0025】

以下、本発明の実施の形態にかかる漏洩ガス可視化方法と漏洩ガス可視化装置について実施例を示し、本発明をより具体的に説明するが、本発明はこの実施例によって何ら限定されるものではない。

#### 【実施例1】

#### 【0026】

図3は、本実施例1における対象ガスの監視とその背景画像を撮影可能な漏洩ガス監視システムの構成例である。

#### 【0027】

図3において、符号10は、画像処理プログラムを有するパーソナルコンピュータである。パーソナルコンピュータ10には、漏洩ガス撮像手段としてのラマン散乱光対応CCDカメラ11と背景画像撮像手段としての可視光対応CCDカメラ12とがケーブルを介して接続されている。

ラマン散乱光対応CCDカメラ11の撮影対象は、監視対象に向けられている。可視光対応CCDカメラ12には広角レンズが設けられており、監視対象を含む広い範囲について、ラマン散乱光を含まない波長領域の光で背景を撮影する。

#### 【0028】

符号1は、本実施例1に係る撮像手段である受光光学系1であり、その構成は図4に示す通り、集光光学系としての対物レンズ2と、透過光選択手段としての光学バンドパスフィルター3と、紫外光の増幅・可視光化手段としてのイメージンテンシファイヤー4と、接眼レンズ5とから構成される。

#### 【0029】

対物レンズ2は、集光レンズ及びリレーレンズ並びに鏡筒を備えたものであり（図示せず）、観察対象の像をイメージンテンシファイヤー4の結像面に結像可能としている。

イメージンテンシファイヤー4は、光学バンドパスフィルター3側に設けられた薄膜の外部光電効果を有する光電面6と、電子レンズ7と、マイクロチャンネルプレート8と、蛍光面9とから構成される。光学バンドパスフィルター3からの紫外光は、光電面6によって電子像に変換され、この電子像は電子レンズ7で収束されてマイクロチャンネルプレート8によって2次電子増倍され、蛍光面9で再度光学像に戻されることによって漏洩ガスFからの微弱なラマン散乱光は可視像に変換される。

#### 【0030】

なお、レーザー光の照射パルスに同期させてイメージンテンシファイヤー4の電子レンズ7に印加する電圧を制御してマイクロチャンネルプレート8への電子の到達をON/OFFさせることにより、受光の開閉を行い、ラマン散乱光の発光する時間帯（レーザー光を当てている時間帯）の光のみをマイクロチャンネルプレート8で増幅する。このON



／OFFのゲート動作により、太陽光や照明光、あるいは監視部位からのレーザー誘起蛍光などの外乱の影響を最小限に抑えることができる。

また、光学バンドパスフィルター3と対物レンズ2の配置は逆にしてもよい。

また、受光の開閉は、電子レンズ7で行うことも可能である。

#### 【0031】

イメージインテンシファイヤー4の蛍光面9の可視像は接眼レンズ5により、ラマン散乱光対応CCDカメラ11で撮影することができるようになることはもちろん、肉眼でも目視できるようになる。

#### 【0032】

パーソナルコンピュータ10は、ラマン散乱光対応CCDカメラ11及び可視光対応CCDカメラ12並びにLAN20に接続されて監視制御を行う監視制御プログラム13を備えており、監視制御プログラム13はラマン散乱光対応CCDカメラ11、可視光対応CCDカメラ12の画像処理を制御するための画像処理プログラム14を有している。

#### 【0033】

そして、本実施例1における画像処理手段は、パーソナルコンピュータ10と、監視制御プログラム13と、画像処理プログラム14と、キーボード或いはマウス等の入力手段(図示せず)と、モニター画面18とより構成される。

#### 【0034】

監視制御プログラム13は、対象ガスFが検出されたときに、スピーカ19を通して警報を発生し、若しくは、LAN20を通して他のパーソナルコンピュータ等に通報する。また、監視制御プログラム13は、監視対象ガスFが検出されたときに、監視している場所若しくは装置の位置と対象ガスが漏洩したことを文字及び音声で表示する。

#### 【0035】

画像処理プログラム14は、ラマン散乱光対応CCDカメラ11の対象ガス撮影画像と可視光対応CCDカメラ12の背景撮影画像を一つのモニター画面18の中に同時に表示することが可能であり、また、可視光対応CCDカメラ12の背景の可視光画像の中に、ラマン散乱光対応CCDカメラ11の対象ガス画像を重ねて表示することも可能である。

#### 【0036】

可視光対応CCDカメラ12の可視画像の中にラマン散乱光対応CCDカメラ11の撮影画像を重ねて表示するには、一例として、パーソナルコンピュータ10のビデオボードの画像メモリ15、16に出力される可視光対応CCDカメラ12の可視画像と、ラマン散乱光対応CCDカメラ11の撮影画像とを合成して、画像メモリ17に記憶させ、合成した合成画像をモニター画面18に出力して両方の画像が同時に認識されるように出力する。

#### 【0037】

次に、本実施例1における漏洩ガス監視システムにおける漏洩ガス監視処理の流れ図を図5に示す。

#### 【0038】

図5の流れ図に示すように、監視制御を開始すると(監視スタート)、まず可視光対応CCDカメラ12により背景画像(可視画像)を撮影し(ステップ31)、画像処理プログラム14により撮影した背景画像を可視画像(I<sub>B</sub>)として記憶する(ステップ32)。次に、ラマン散乱光対応CCDカメラ11により漏洩ガス検知の対象領域の紫外光画像の撮影を行う(ステップ33)。ラマン散乱光対応CCDカメラ11によって撮影した紫外光画像は、画像処理プログラム14によって2値化処理を行う(ステップ34)。この2値化処理においては、紫外光画像を予め定めた閾値との比較を行い、閾値以上の値を対象ガスFと判断して2値化処理を行う。画像処理プログラム14は、前記2値化処理した画像の面積(ラマン散乱強度)を算出する(ステップ35)。

#### 【0039】

画像処理プログラム14は、算出したラマン散乱強度(ラマンスペクトル強度)と予め定めた規定値とを比較する(ステップ36)。この規定値は予め監視制御プログラム13

または画像処理プログラム14の初期設定等において調整可能に定められる。

【0040】

ラマン散乱強度が規定値を越える場合、画像処理プログラム14は、対象ガスFが漏洩していると判断して、監視制御プログラム13に対してスピーカ19を鳴らしたり、ガス供給を停止させたり、着火時の温度上昇に備えた散水などの緊急措置を行う命令を送信する(ステップ37)。なお、光電面6に、対象ガスFのラマン散乱光の紫外線を検出したとき若しくは蛍光面9に対象ガスFの像が写ったときに、これらの像の検出信号により警報を自動的に発するように警報器や通信設備を設置して漏洩ガス監視システムを構成しても良い。

また、ステップ36においてラマン散乱強度が規定値を越えない場合は、対象ガスFが漏洩していないと判断して、ステップ37の処理を行わない。

【0041】

画像処理プログラム14は、2値画像を着色処理し、対象ガスをモニター画面18上に画像表示する(ステップ38)。

【0042】

次に、画像処理プログラム14は、監視対象ガス画像(I<sub>F</sub>)を画像メモリに記憶し(ステップ39)、既に他の画像メモリに記憶済みの可視画像(I<sub>B</sub>)を合成処理し、モニター画面18上に所定時間表示する(ステップ40)。この合成画像の表示時間は監視制御プログラム13若しくは画像処理プログラム14により、例えば、10秒毎や1分毎などのように調整可能である。その後所定時間が経過したら、ステップ31の前段階に戻り、引き続き監視を続行するか、ステップ40からステップ31に戻る段階で監視を終了する。

【0043】

このように、この対象ガス漏洩監視システムでは、受光光学系1が対象ガスFを可視像に変換し、画像処理プログラム14が対象ガスFと背景画像Bを合成処理して表示することにより、対象ガスFの漏洩を目視確認することができる。

【0044】

また、監視制御プログラム13は、受光光学系1で対象ガスFを検出した場合に、スピーカ19やブザーから警報を発生する機能若しくはLAN20を介して通報・連絡を行う通信機能の少なくとも何れかを備えているので、緊急時であることをいち早く知らせることが出来る。キーボードやマウス(図示せず)はパーソナルコンピュータ10に複数組のラマン散乱光対応CCDカメラ11と可視光対応CCDカメラ12が接続されているときに、監視制御プログラム13及び画像処理プログラム14その他のプログラムをコントロールするためのものであることはいうまでもない。

【0045】

なお、広いエリアにおいて監視対象の室内・ガス供給配管・その他の装置部分等複数箇所の監視を行う場合には、ラマン散乱光対応CCDカメラ11、可視光対応CCDカメラ12等をネットワークに接続して監視を行うことが可能である。そして、画像処理プログラム14は、ある場所の受光光学系1が対象ガスFを検出した場合に、対象ガスFを検出した受光光学系1を特定する信号に基づいて、対象ガスFの発生位置をモニター画面18上に対象ガス漏洩発生位置表示21(位置表示手段)を表示する。

【0046】

この対象ガス漏洩発生位置表示21は、モニター画面18上に背景画面のほかに予め設定した場所を示す文字を大きく点滅表示される。このため、対象ガスFの発生場所を迷うことなく、対象ガスの供給停止や防火操作を実施できる。

なお、監視制御プログラム13は、受光光学系1の位置を予め文字や音声を特定情報として記録しておき、対象ガス漏洩と検知したときに、検知した受光光学系1が送信するID情報(受光光学系1の特定情報)に基づいて、当該場所を画面表示したり音声により構内放送することも可能である。

また、監視制御プログラム13は、受光光学系1が対象ガスFを検知した場合に、対象

ガスFを検知した受光光学系1の特定情報により、対象ガスFの漏洩近傍の対象ガス供給バルブを止めたり、消火栓等の消火手段による散水を実行させることも可能である。

【0047】

このような漏洩ガス監視システムによれば、漏洩ガスが肉眼では見えない場合でも肉眼で目視可能となるので、監視対象物において無色・透明のガスが監視可能となる。この肉眼による観測の代わりに、電子的撮像手段を用いることによって、対象ガスの画像を電氣的に捉えることが可能となる。

【0048】

例えば、図6に示すようなシステム構成で、対象ガスとして水素、レーザー光源としてYAGレーザーの第4高調波である266nmを用いた実験を行った結果、図7に示すように、水素ガスからのラマン散乱光スペクトルは波長299.1nmを中心とする領域に発光領域を持っているので、光学バンドパスフィルター3は、299.1nmの波長の光に透過波長中心をもっており、±2nmの範囲を含んでいる。光学バンドパスフィルター3を透過することにより、299.1nm±2nmの範囲の波長を有する紫外光が透過され、その他の波長を有する光が遮光される。ラマン散乱光測定環境下において、蛍光が強い場合は、短波長側にシフトするラマン散乱光を採用することも可能である。

【0049】

なお、表1に示すように、既に各分子についてのラマンシフトが測定されており、光学バンドフィルターの中心波長を変えることにより、水素ガスのみならず、種々の対象ガスへの適用が可能である。

【0050】

【表1】

分 子	ラマンシフト ( $\text{cm}^{-1}$ )	レーザー波長355nm の場合のラマン散乱 波長(nm)	レーザー波長266nm の場合のラマン散乱 波長(nm)	N <sub>2</sub> に対するラマン散 乱断面積比
CO <sub>2</sub>	1286	372.0	275.4	1.1
CO <sub>2</sub>	1388	373.4	276.2	1.5
O <sub>2</sub>	1556	375.8	277.5	1.3
CO	2145	384.3	282.1	1.0
N <sub>2</sub>	2331	387.0	283.6	1.0
H <sub>2</sub> S	2611	391.3	285.9	6.8
CH <sub>4</sub>	2914	396.0	288.4	11.5
CH <sub>4</sub>	3020	397.6	289.2	5.0
NH <sub>3</sub>	3334	402.7	291.9	5.4
H <sub>2</sub> O	3652	407.9	294.6	2.8
H <sub>2</sub>	4160	416.5	299.1	3.1

【0051】

更に、図6に示すシステム構成で、対象ガスとして水素、レーザー光源としてYAGレーザーの第4高調波である266nmを用いた実験では、図8に示すように、水素濃度とラマン散乱光の空間強度の相関が認められることから、ラマン散乱光の空間強度を検出することにより漏洩している水素濃度を計測することができる。

【実施例2】

【0052】

図9は、紫外光を透過する半透鏡にて、対象ガスからのラマン散乱光を漏洩ガス撮像用のラマン散乱光対応CCDカメラに導く一方、背景画像を可視光対応CCDカメラに導くことにより、両CCDカメラの光軸を一致させる実施例である。

## 【実施例 3】

## 【0053】

図10は、光ファイバーケーブル内をレーザー光とラマン散乱光が通じており、例えば、構築部の死角になった部分や暗渠部などにおけるガス漏洩を検知するに適した実施例である。光ファイバーを介してレーザー光を照射し、ラマン散乱光および背景光を結像レンズで光ファイバー端面に結像する。そして、紫外光を透過する半透鏡にて、対象ガスからのラマン散乱光を漏洩ガス撮像用のラマン散乱光対応CCDカメラに導く一方、背景画像を可視光対応CCDカメラに導くことにより、両CCDカメラの光軸を一致させる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0054】

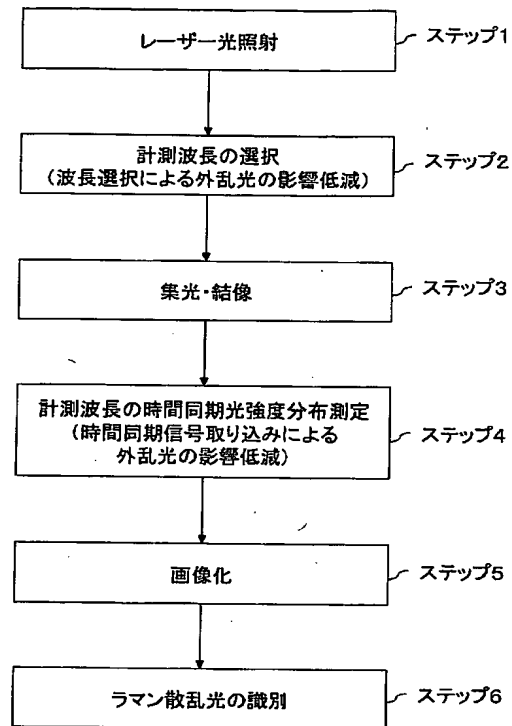
- 【図1】本発明に係る漏洩ガス可視化方法の流れ図
- 【図2】本発明に係る漏洩ガス可視化装置の構成図
- 【図3】本実施例1に係る漏洩ガス監視システムの構成を示す模式図
- 【図4】本実施例1に係る受光光学系の構成を示す模式図
- 【図5】本実施例1に係る監視処理の流れを示す流れ図
- 【図6】本実施例1に係る対象ガスとして水素を用いた実験のシステムの構成図
- 【図7】本実施例1に係る水素から発生されるラマン散乱光のスペクトルを示す図
- 【図8】本実施例1に係る水素濃度とラマン散乱光の空間強度の関係を示す図
- 【図9】本実施例2に係る漏洩ガス可視化装置の構成図
- 【図10】本実施例3に係る漏洩ガス可視化装置の構成図

## 【符号の説明】

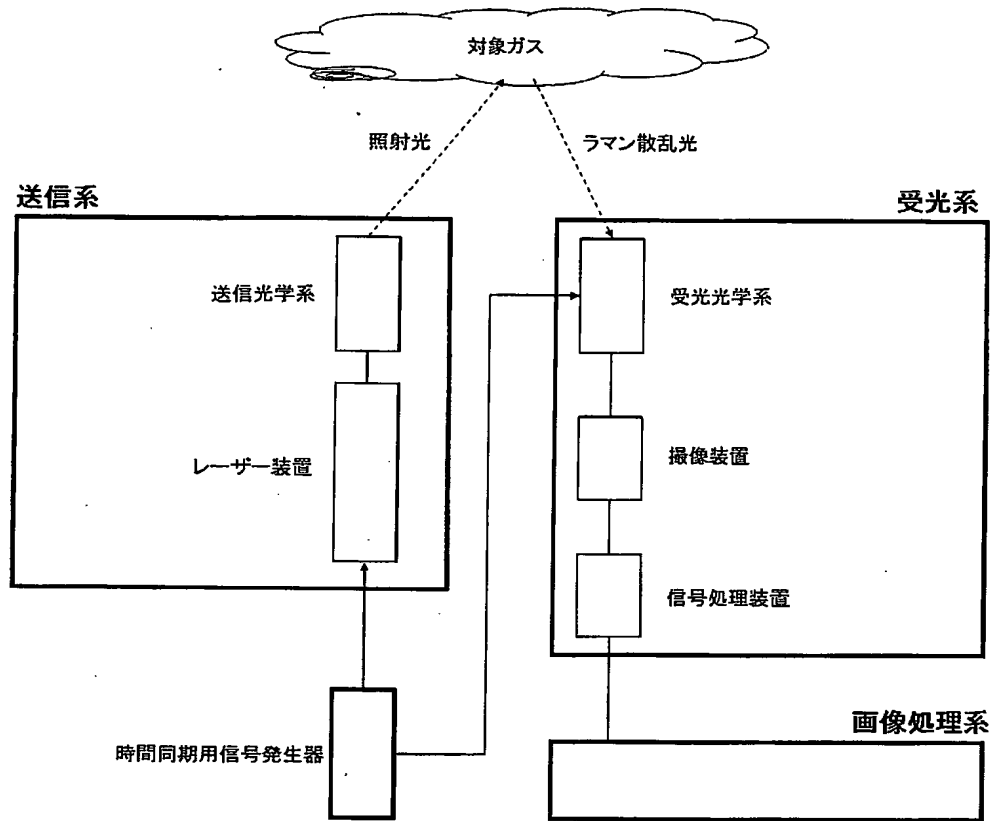
## 【0055】

- 1 受光光学系
- 2 対物レンズ
- 3 光学バンドパスフィルター (透過光選択手段)
- 4 イメージインテンシファイヤー (紫外光撮像手段)
- 5 接眼レンズ
- 6 光電面
- 7 電子レンズ
- 8 マイクロチャンネルプレート
- 9 蛍光面
- 10 パーソナルコンピュータ (PC)
- 11 ラマン散乱光対応CCD
- 12 可視光対応CCD
- 13 監視制御プログラム
- 14 画像処理プログラム
- 15、16、17 画像メモリ
- 18 モニター画面
- 19 スピーカ (警報装置)
- 20 LAN (通報手段)
- 21 ガス発生位置表示

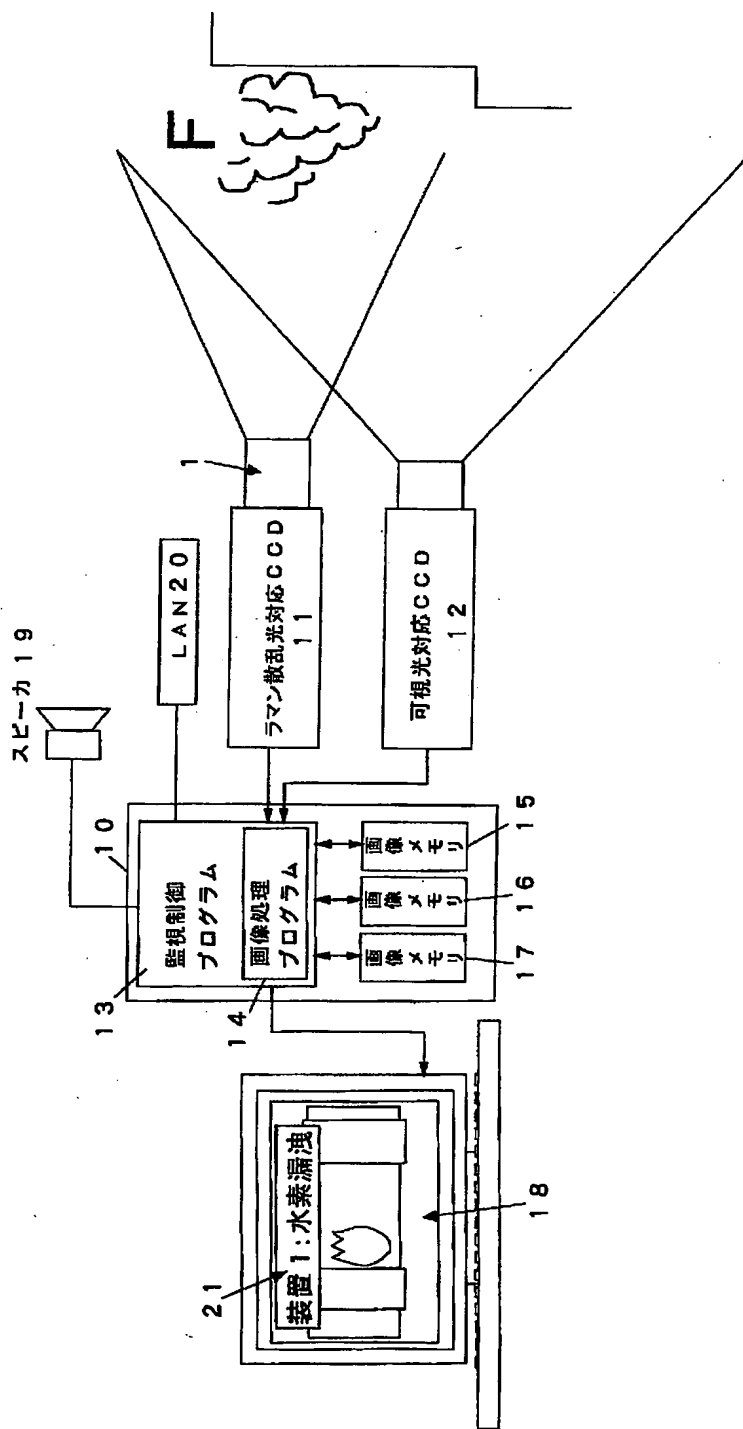
【書類名】図面  
【図 1】



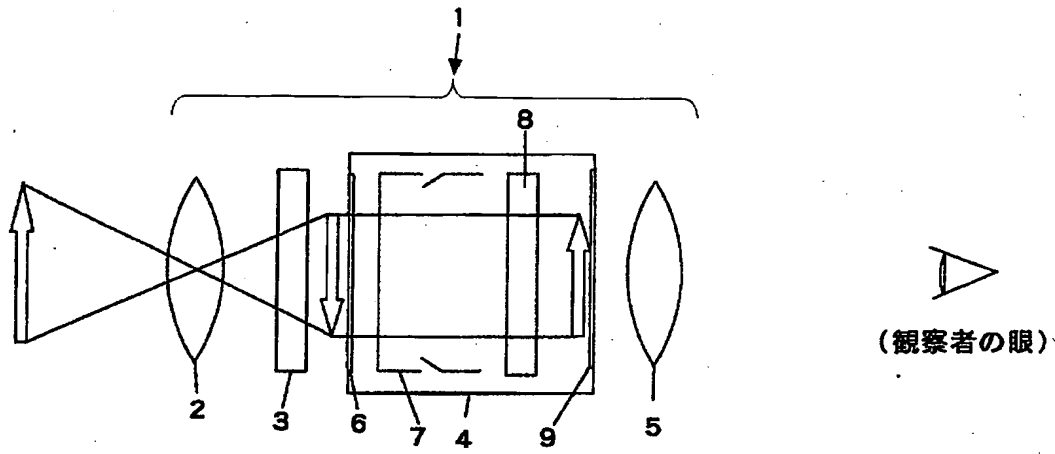
【図 2】



【図3】

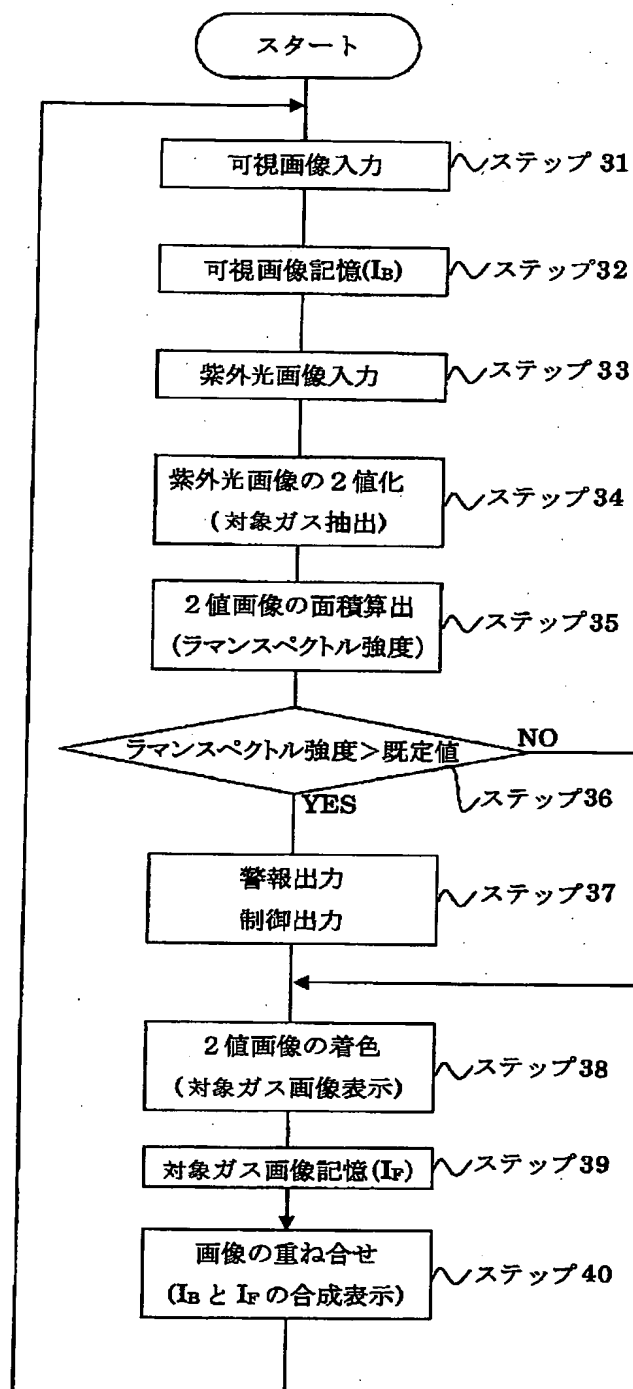


【図 4】

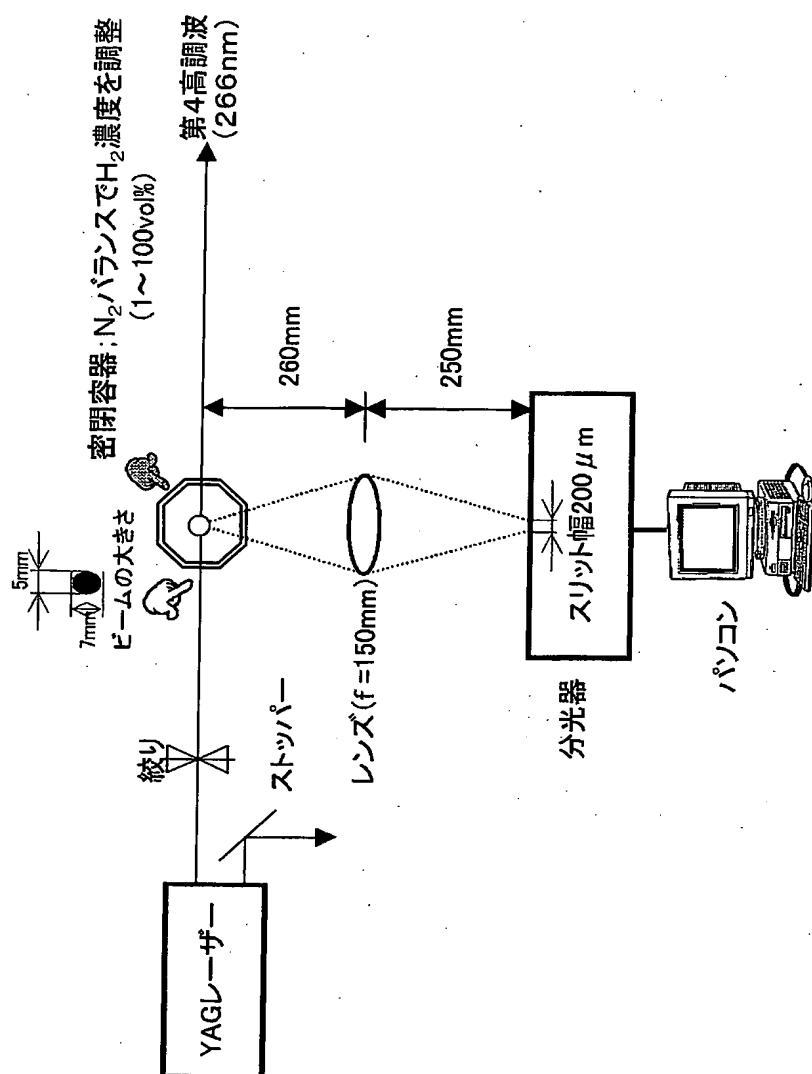




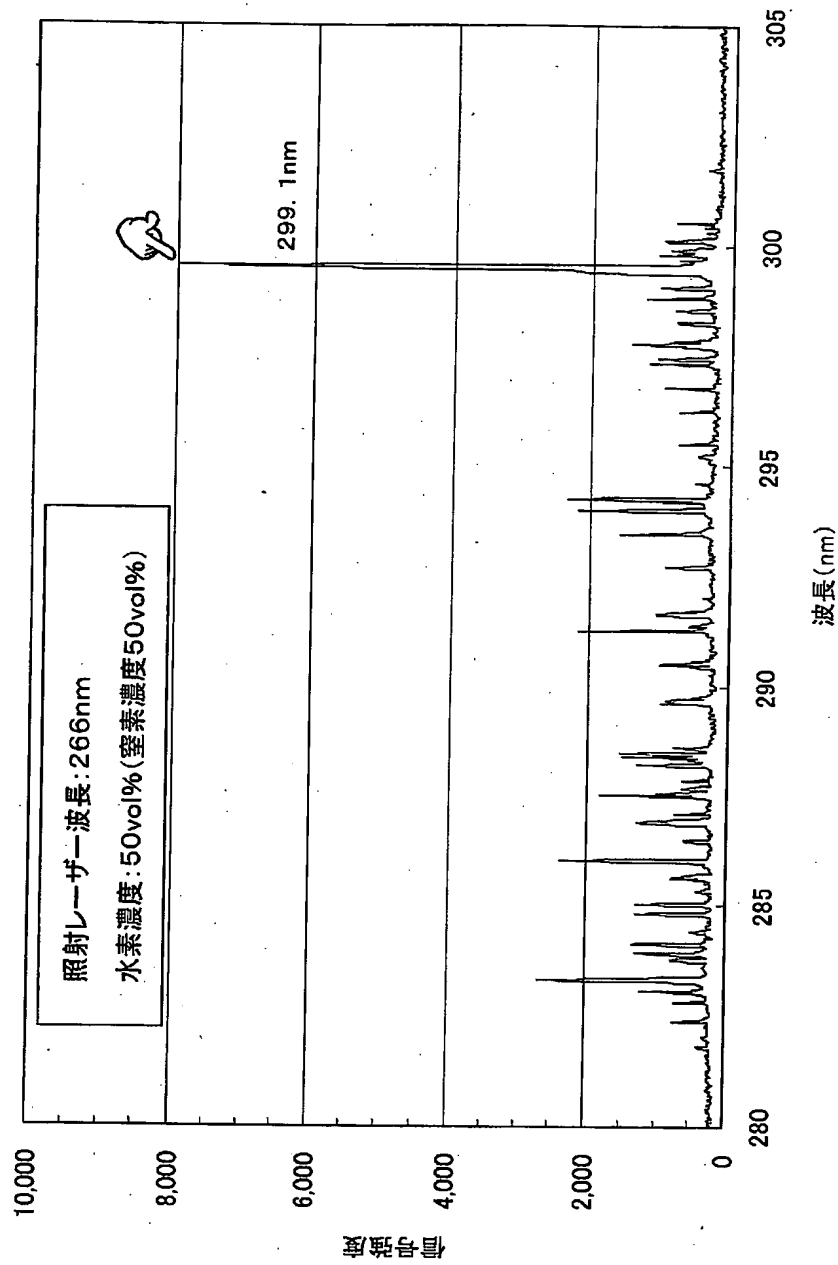
【図 5】



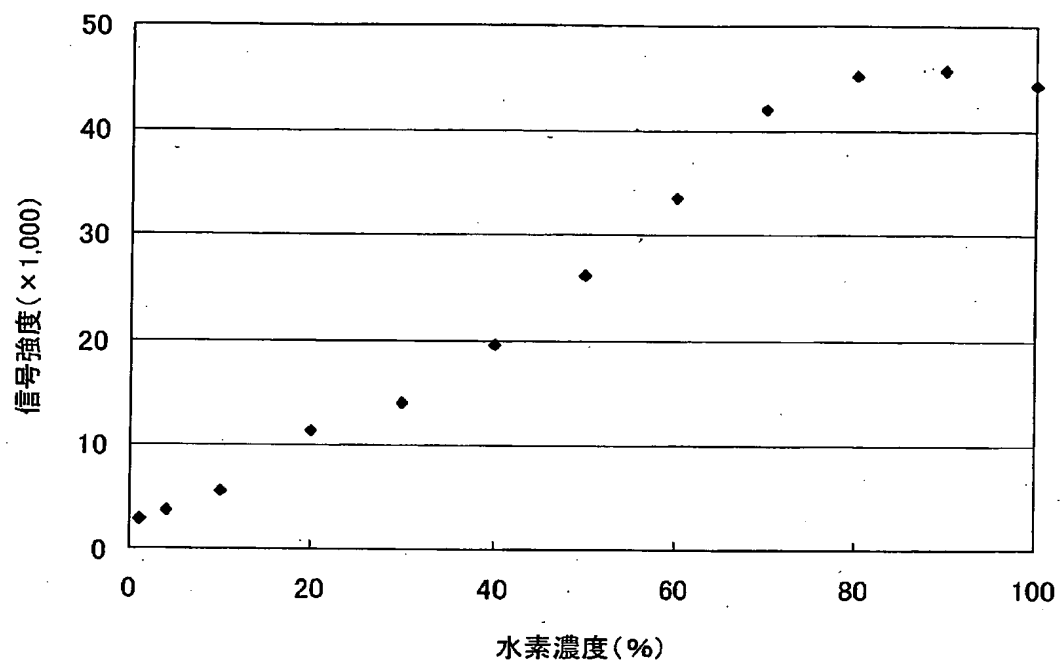
【図 6】



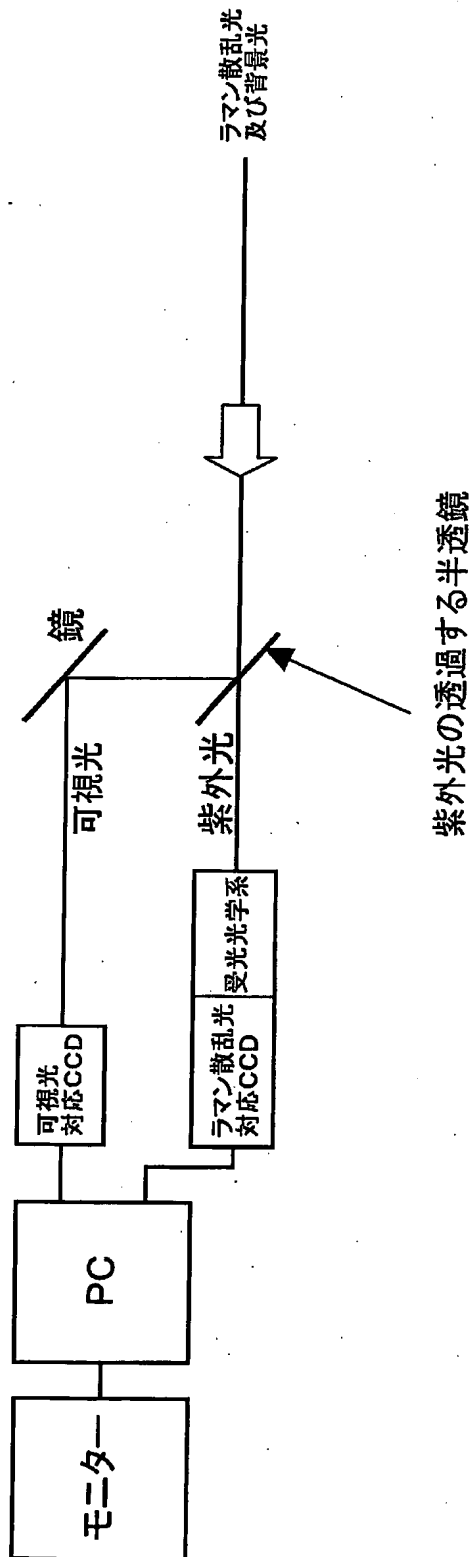
【図 7】



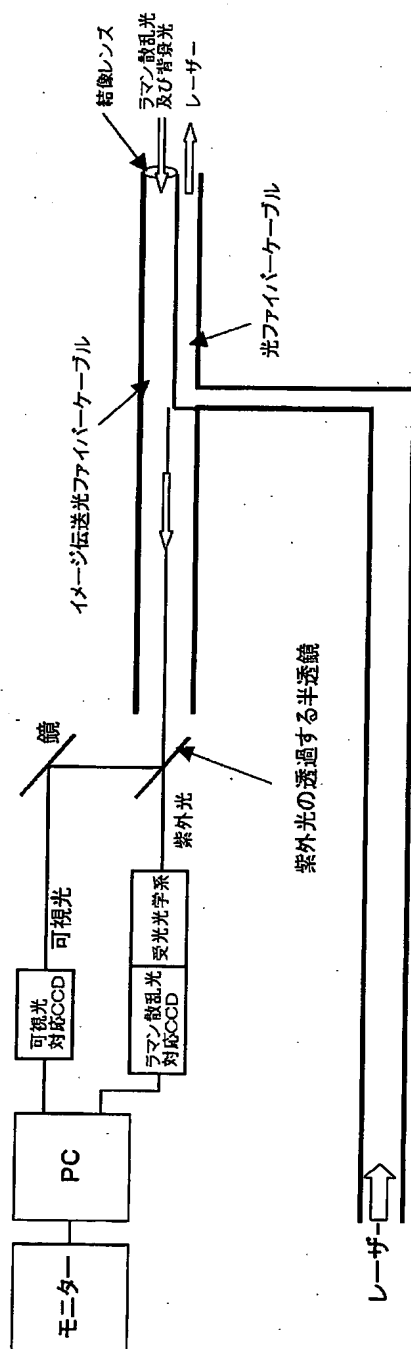
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 肉眼では見えない漏洩ガスを可視画像化することによってガス利用設備の安全性を確保可能な漏洩ガス可視化方法および漏洩ガス可視化装置を提供する。

【解決手段】 レーザー光を監視対象空間に照射し、当該レーザー光に起因する計測対象ガスからのラマン散乱光を、集光し、電子画像に変換し、増幅し、再度光学像に変換することでラマン散乱光の空間強度分布を画像化し、漏洩ガスの濃度分布を観測する。

【図面】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-290329
受付番号	50301322949
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 8月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 8月 8日



特願2003-290329

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000144991]

1. 変更年月日

1990年 8月17日

[変更理由]

新規登録

住 所

香川県高松市屋島西町2109番地8

氏 名

株式会社四国総合研究所

出証番号 出証特2004-3061493